

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. Januar 2004 (08.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/003376 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02M 59/10,**  
57/02

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [US/US]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (US).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE2003/001098**

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. April 2003 (03.04.2003)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAGEL,**  
**Hans-Christoph** [DE/DE]; Bachstr. 10, 72793 Pfullingen  
(DE).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(81) Bestimmungsstaaten (national): **JP, US.**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

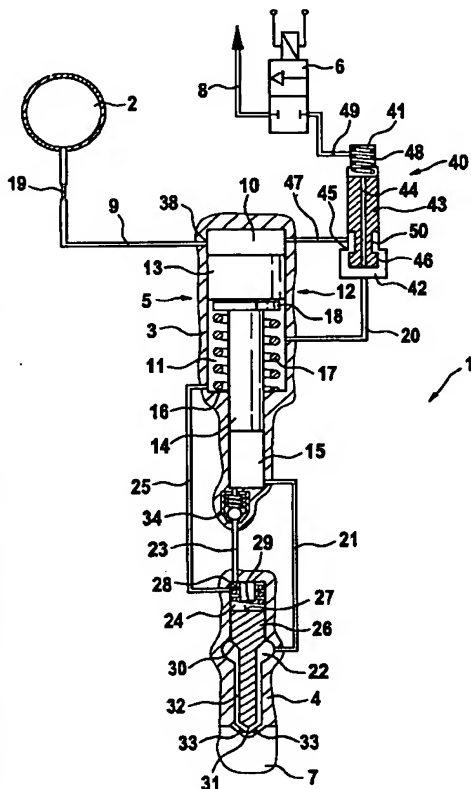
(30) Angaben zur Priorität:  
102 29 419.4 29. Juni 2002 (29.06.2002) **DE**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **BOOSTED FUEL INJECTOR WITH RAPID PRESSURE REDUCTION AT END OF INJECTION**

(54) Bezeichnung: **DRUCKÜBERSETZER KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT SCHNELLEM DRUCKABBAU BEI EINSPRITZENDE**



(57) Abstract: The invention relates to a device for injecting fuel into the combustion chamber (7) of an internal combustion engine. The device for injecting fuel comprises a high-pressure accumulator chamber (2) (common rail), a booster (5) and a metering valve (6). The booster (5) comprises a working chamber (10) and a control chamber (11) that are separated by an axially displaceable piston (12; 13, 14). A pressure change in the control chamber (11) of the booster (5) results in a pressure change in the compression chamber (15) of the booster (5). The compression chamber (15) impinges a nozzle chamber (22) in the nozzle body (4) surrounding an injection valve member (26) via a fuel inlet (21). A pressure relief valve (40) is disposed in a control line (20, 49) between the control chamber (11) of the booster (5) and a metering valve (6) that is configured as a 2/2 way valve. Said pressure relief valve comprises a valve body (43, 54) that impinges at least one hydraulic chamber (41, 42) of the pressure relief valve (40) and that can be linked with the pressure prevailing in the high-pressure accumulator chamber (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum (7) einer Verbrennungskraftmaschine. Die Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff umfasst einen Hochdruckspeicherraum (2) (Common-Rail), einen Druckübersetzer (5) und ein Zumeßventil (6). Der Druckübersetzer (5) enthält einen Arbeitsraum (10) und einen Steuerraum (11), die voneinander durch einen axial bewegbaren Kolben (12; 13, 14) getrennt sind. Eine Druckänderung im Steuerraum (11) des Druckübersetzers (5) hat eine Druckänderung in einem Kompressionsraum (15) des Druckübersetzers (5) zur Folge. Der Kompressionsraum (15) beaufschlagt über einen Kraftstoffzulauf (21) einen Einspritzventilglied (26) umgebenden Düsenraum (22) im Düsenkörper (4). In einer Steuerleitung (20, 49) zwischen dem Steuerraum (11) des Druckübersetzers (5) und einem als 2/2-Wege-Ventil ausgebildeten Zumeßventil (6) ist ein Druckentlastungsventil (40) angeordnet, welches einen Ventilkörper (43, 54) umfasst, der zumindest einen hydraulischen Raum (41, 42) des Druckentlastungsventiles (40) beaufschlagt und mit dem im Hochdruckspeicherraum (2) anstehen-

den Druck verbindbar ist.

WO 2004/003376 A1



**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

5

## **Druckübersetzter Kraftstoffinjektor mit schnellem Druckabbau bei Einspritzende**

### Technisches Gebiet

10

Zur Versorgung von Brennräumen selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff können sowohl druckgesteuerte als auch hubgesteuerte Einspritzsysteme eingesetzt werden. Als Kraftstoffeinspritzsysteme kommen neben Pumpe-Düse-Einheiten, Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten auch Speichereinspritzsysteme zum Einsatz. Speichereinspritzsysteme (Common Rail-Einspritzsysteme) ermöglichen es in vorteilhafterweise, den Einspritzdruck an Last und Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine jeweils anzupassen. Zur Erzielung hoher spezifischer Leistungen und zur Reduktion der Emissionen der Verbrennungskraftmaschine ist generell ein möglichst hoher Einspritzdruck erforderlich.

20

### Stand der Technik

Aus Festigkeitsgründen ist das erreichbare Druckniveau bei heute eingesetzten Speichereinspritzsystemen zurzeit auf etwa 1600 bar begrenzt. Zur weiteren Drucksteigerung an Speichereinspritzsystemen kommen an Common-Rail-Systemen Druckverstärker zum Einsatz.

25

EP 0 562 046 B1 offenbart eine Betätigungs- und Ventilanordnung mit Bedämpfung für eine elektronisch gesteuerte Einspritzeinheit. Die Betätigungs- und Ventilanordnung für eine hydraulische Einheit weist einen elektrisch erregbaren Elektromagneten mit einem festen Stator und einem bewegbaren Anker auf. Der Anker weist eine erste und eine zweite Oberfläche auf. Die erste und die zweite Oberfläche des Ankers definieren einen ersten und einen zweiten Hohlraum, wobei die erste Oberfläche des Ankers dem Stator zuweist. Es ist ein Ventil vorgesehen, welches mit dem Anker verbunden ist. Das Ventil ist in der Lage, aus einem Sumpf ein hydraulisches Betätigungsfluid an die Einspritzvorrichtung zu leiten.

30 Ein Dämpfungsfluid kann in Bezug auf einen der Hohlräume der Elektromagnetanordnung dort gesammelt werden bzw. von dort abgelassen werden. Mittels eines in eine Zentralbohrung hineinragenden Bereiches eines Ventils kann die Strömungsverbindung des Dämpfungsfluides proportional zu dessen Viskosität selektiv freigegeben bzw. verschlossen werden.

35

DE 101 23 910.6 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung. Diese wird an einer Verbrennungskraftmaschine eingesetzt. Die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine werden über Kraftstoffinjektoren jeweils mit Kraftstoff versorgt. Die Kraftstoffinjektoren werden über eine Hochdruckquelle beaufschlagt; ferner umfasst die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß DE 101 23 910.6 einen Druckübersetzer, der einen beweglichen Druckübersetzerkolben enthält, welcher einen an die Hochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraum trennt. Der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum lässt sich durch Befüllen eines Rückraumes des Druckübersetzers mit Kraftstoff bzw. durch Entleeren dieses Rückraumes von Kraftstoff variieren.

Der Kraftstoffinjektor umfasst einen beweglichen Schließkolben zum Öffnen bzw. Verschließen der dem Brennraum zuweisenden Einspritzöffnungen. Der Schließkolben ragt in einen Schließdruckraum hinein, so dass dieser mit Kraftstoff druckbeaufschlagbar ist. Dadurch wird eine dem Schließkolben in Schließrichtung beaufschlagende Kraft erzielt. Der Schließdruckraum und ein weiterer Raum werden durch einen gemeinsamen Arbeitsraum gebildet, wobei sämtliche Teilbereiche des Arbeitsraumes permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden sind.

Mit dieser Lösung kann durch Ansteuerung des Druckübersetzers über den Rückraum erreicht werden, dass die Ansteuerungsverluste im Kraftstoffhochdrucksystem im Vergleich zu einer Ansteuerung über einen zeitweise mit der Kraftstoffhochdruckquelle verbundenen Arbeitsraum kleingehalten werden können. Ferner wird der Hochdruckraum nur bis auf das Druckniveau des Hochdruckspeicherraumes entlastet und nicht bis auf Leckdruckniveau. Dies verbessert einerseits den hydraulischen Wirkungsgrad des Kraftstoffinjektors, andererseits kann ein schnellerer Druckaufbau bis auf das Systemdruckniveau erfolgen, so dass die zwischen den Einspritzphasen liegenden zeitlichen Abstände verkürzt werden können.

Mit dieser Lösung ist eine variable hydraulische Schließkraft, die auf die Düsennadel des Kraftstoffinjektors wirkt, erreichbar. Dadurch wird ein variabler Düsenöffnungsdruck erreicht, der sich mit dem im Hochdruckspeicherraum herrschenden Druck erhöht, so dass auch bei kleinen Mengen ein hoher Einspritzdruck erreicht wird und das Nadelschließen verbessert werden kann. Um diese hydraulische Schließkraft mit geringem konstruktivem Aufwand zu verwirklichen, wird der im Hochdruckspeicherraum herrschende Druck direkt auf der Rückseite der Düsennadel aufgebracht. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades wird der Druckübersetzer gemäß dieser Lösung über den Rückraum gesteuert, der dann als Druckverstärker-Steuerraum fungiert. Dadurch wird nur der kleinere Rückraum und nicht der große Arbeitsraum des Druckverstärkers entlastet; zusätzlich wird der Hochdruckbereich nur bis auf den im Hochdruckspeicherraum herrschenden Druck und nicht bis auf Lecka-

gedruckniveau entlastet, wodurch sich der hydraulische Wirkungsgrad einer solchen Anordnung erheblich verbessern lässt. Dies führt zu einem Einspritzsystem für selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen mit hohem erreichbarem Einspritzdruck und gleichzeitig erhöhtem Wirkungsgrad. Zur Steuerung ist jedoch ein 3/2-Wege-Ventil notwendig, um  
5 einen schnellen Druckabbau am Einspritzende zu gewährleisten. Ein 3/2-Wege-Ventil ist jedoch fertigungstechnisch sehr aufwendig herzustellen und kostenintensiv. Die geforderten Toleranzen sind in der Serienfertigung derzeit nicht beherrschbar.

Prinzipiell ist es möglich, einen druckübersetzenden Kraftstoffinjektor gemäß der aus DE  
10 101 23 910.6 bekannte Lösung mit einem 2/2-Wege-Ventil in Verbindung mit einer Füll-  
drossel zu steuern. Zum Beschleunigen des Rückstellens und zum Verkleinern der Ver-  
lustmenge über die Fülldrossel kann dabei in vorteilhafterweise ein Füllventil eingesetzt  
werden. Bei Einsatz eines Füllventiles ergibt sich jedoch am Einspritzende ein langsamer  
Druckabfall bis auf das im Hochdruckspeicherraum herrschende Druckniveau, welcher zu  
15 schlechten Emissionsergebnissen führt. Ein schneller Druckabfall (rapid spill) ist daher zur  
Erfüllung künftiger Abgasgrenzwerte zwingend erforderlich. Ferner ist mit einem nur lang-  
sam erfolgenden Druckabbau gegen Ende einer Einspritzphase der Nachteil verbunden,  
dass sich das mittlere Einspritzdruckniveau erheblich verringert.

#### 20 Darstellung der Erfindung

Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung vermeidet sowohl den Einsatz eines als 3/2-  
Wege-Ventil ausgebildeten Steuerventiles als auch die Nachteile, die mit dem Einsatz eines  
2/2-Wege-Ventils mit Fülldrossel bzw. Füllventil verbunden sind, d. h. einen nur langsam  
25 vonstatten gehenden Druckabfall gegen Ende der Einspritzung. Mit der erfindungsgemäß  
vorgeschlagenen Lösung werden die Fülldrossel und das Füllventil durch ein Druckentla-  
stungsventil ersetzt, über das jedoch ein sehr schneller Druckabbau am Ende eines Ein-  
spritzvorganges erreicht werden kann. Der schnelle Druckabbau (rapid spill) am Ende der  
Einspritzphase wiederum verbessert in erheblichem Maße die Emissionswerte des Abgases  
30 selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen.

Das Druckentlastungsventil wird in die Steuerleitung zur Entlastung des Steuerraumes des  
Druckübersetzers integriert. Der Ventilkörper des Druckentlastungsventils kann sowohl als  
zylindrischer Körper ausgebildet werden als auch einen Bereich umfassen, der in verrin-  
35 gertem Durchmesser beispielsweise als Einschnürstelle, ausgebildet werden kann. Die  
Stirnseiten des Ventilkörpers des Druckentlastungsventils können sowohl gleiche hydrau-  
lisch wirksame Flächen sein als auch unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Am Druck-  
entlastungsventil können zwei einander gegenüberliegende hydraulische Räume ausgebil-  
det sein, die durch eine Durchgangsbohrung im Ventilkörper des Druckentlastungsventiles

miteinander in Verbindung stehen. Der Strömungsquerschnitt der Durchgangsbohrung innerhalb des Ventilkörpers des Druckentlastungsventiles ist so gewählt, dass sich zwischen den hydraulischen Räumen des Druckentlastungsventiles eine Druckdifferenz aufbaut, so dass das Druckentlastungsventil geschlossen gehalten werden kann.

5

Durch Einsatz eines als 2/2-Wege-Ventil ausgebildeten Zumessventiles kann der Einsatz eines hinsichtlich der geforderten Toleranz nur aufwendig herzustellenden und daher teuren 3/2-Wege-Ventiles vermieden werden. Der Einsatz eines Druckentlastungsventiles in der Steuerleitung des Druckübersetzers ermöglicht einen schnellen Druckabfall am Ende der Einspritzung, wodurch sich ein schnelles Schließen eines beispielsweise als Düsennadel ausgebildeten Einspritzventilgliedes erreichen lässt.

10

### Zeichnung

15 Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

Es zeigt:

Figur 1 ein druckübersetzter Kraftstoffinjektor mit parallel geschaltetem Füllventil und Fülldrossel mit langsamem Druckabbauverhalten,

20

Figur 2 einen erfindungsgemäßen, druckübersetzten Kraftstoffinjektor mit 2/2-Wege-Zumessventil und Entlastungsventil in der Steuerleitung des Steuer-  
erraumes des Druckübersetzers,

25

Figur 3 den druckübersetzten Kraftstoffinjektor gemäß Figur 2 in aktiviertem Zustand,

Figur 4 den druckübersetzten Kraftstoffinjektor gemäß Figur 2 mit einem Entlastungsventil mit Dichtsitz,

30

Figur 5 den druckübersetzten Kraftstoffinjektor gemäß der Darstellung in Figur 2 mit Entlastungsventil mit zylindrisch ausgebildetem Ventilkörper.

35

### Ausführungsvarianten

Figur 1 ist ein druckübersetzter Kraftstoffinjektor mit parallel geschaltetem Füllventil und Fülldrossel zu entnehmen, welcher ein langsames Druckabbauverhalten aufweist.

Die in Figur 1 dargestellte Kraftstoffeinspritzeinrichtung umfasst einen Kraftstoffinjektor 1, und einen Hochdruckspeicherraum 2 (Common Rail). Der Kraftstoffinjektor 1 enthält einen Injektorkörper 3, einen Düsenkörper 4, wobei im Injektorkörper 3 ein Drucküberset-  
5 zer 5 aufgenommen ist sowie ein Zumessventil 6, welches in der in Figur 1 dargestellten Anordnung als 2/2-Wege-Ventil ausgebildet ist. Mittels des Kraftstoffinjektors 1 wird unter hohem Druck stehender Kraftstoff in einen Brennraum 7 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzt.

- 10 Vom Zumessventil 6 aus erstreckt sich ein niederdruckseitiger Rücklauf 8 in einen nicht dargestellten Kraftstoffbehälter z. B. den Kraftstofftank eines Kraftfahrzeuges.

Vom Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) strömt unter hohem Druck stehender Kraftstoff über eine Zuleitung 9 in einen Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 ein. Der  
15 Druckübersetzer 5 umfasst ferner einen Steuerraum 11, der über einen Kolben 12 vom Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 getrennt ist. Der Kolben 12 des Druckübersetzers 5 kann sowohl einteilig als auch mehrteilig ausgebildet sein. In der Ausführungsvariante gemäß Figur 1 umfasst der Kolben 12 des Druckübersetzers einen ersten Teilkolben 13 sowie einen zweiten Teilkolben 14. Der erste Teilkolben 13 ist in einem ersten Durchmesser aus-  
20 gebildet, während demgegenüber der zweite Teilkolben 14, der unter Zwischenschaltung einer Rückstellfederanschlagfläche 18 am ersten Teilkolben 13 anliegt, in einem verringerten Durchmesser ausgebildet ist. Innerhalb des Steuerraumes 11 des Druckübersetzers 5 ist eine Rückstellfeder 17 aufgenommen, die sich einerseits an einem Widerlager 16, welches durch den Boden des Steuerraumes 11 im Injektorkörper 3 gebildet ist, abstützt und  
25 andererseits an dem bereits erwähnten Rückstellfederanschlag 18 anliegt. Die untere Stirnfläche des zweiten Teilkolbens 14 des Kolbens 12 beaufschlagt einen Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5, der seinerseits über einen Kraftstoffzulauf 21 unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in einen Düsenraum 22 innerhalb des Düsenkörpers 4 des Kraftstoffinjektors 1 leitet.

- 30 In der sich vom Hochdruckspeicherraum 2 zum Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 erstreckenden Zuleitung 9 kann eine Drosselstelle 19 aufgenommen sein, welche dazu dient, sich beim Schließen bzw. Öffnen des Kraftstoffinjektors 1 einstellende Druckpulsationen in der Zuleitung 9 zu dämpfen, deren ungedämpftes Rückwirken in das Innere des  
35 Hochdruckspeicherraumes 2 dort unzulässig hohe Druckspitzen zur Folge hätte. Von der Zuleitung 9, welche an einer Mündungsstelle 38 in den Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 mündet, verläuft ein Drosselabzweig 36 zum Arbeitsraum 11 des Druckübersetzers 5, in welchem eine Fülldrossel 35 aufgenommen ist. Parallel zum Drosselabzweig 35 mit integrierter Fülldrossel 35 ist ein Füllventil 37 geschaltet, welches in der in Figur 1 darge-

stellten Ausführungsvariante einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung als Kugelventil mit öffnender Feder ausgebildet ist. Das Füllventil 37 liegt parallel zur Drosselstelle 35 in Drosselabzweig 36 und mündet in dieselbe Leitung wie der Drosselabzweig 36, welche ihrerseits in den Arbeitsraum 11 des Druckübersetzers 5 mündet.

5

Der Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 steht über eine Steuerleitung 20 mit dem Zumessventil 6 in Verbindung. Vom Steuerraum 11 zweigt darüber hinaus eine Verbindungsleitung 25 ab, die ihrerseits in einen Düsenstauerraum 24 mündet. Ein im Düsenstauerraum 24 aufgenommenes Schließfederelement 28 beaufschlagt eine obere Stirnseite 27 eines Einspritzventilgliedes 26, welches z. B. als Düsenadel ausgebildet sein kann. Innerhalb des Düsenstauerraumes 24 ist ein Anschlag 29 aufgenommen, welcher von dem als Spiralfeder ausgebildeten Schließfederelement 28 umringt ist. Vom Düsenstauerraum 24 zweigt eine Befüllleitung 23 ab, in welcher ein Rückschlagventil 34 aufgenommen ist. Über die Befüllleitung 23 wird der Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5 mit Kraftstoff befüllt.

Der Düsenkörper 4 des Kraftstoffinjektors 1 gemäß der Anordnung in Figur 1 nimmt einen Düsenraum 22 auf, der über den bereits erwähnten Kraftstoffzulauf 21 vom Kompressionsraum 15 aus mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff versorgt wird. Das Einspritzventilglied 26 umfasst eine Druckschulter 30, welche bei Anstehen eines hohen Druckes innerhalb des Düsenraumes 22 das Einspritzventilglied 26 entgegen der Wirkung der Schließfeder 28 in Öffnungsrichtung bewegt. Vom Düsenraum 22 erstreckt sich innerhalb des Düsenkörpers 4 ein Ringspalt 32 in Richtung auf die Spitze 31 des Einspritzventilgliedes 26. Über den Ringspalt 32 strömt der Kraftstoff auf Einspritzöffnungen 33 zu. Über die Einspritzöffnungen 33 wird der Kraftstoff bei geöffnetem, d. h. aus seinem brennraumseitigen Sitz bewegten Einspritzventilglied 26 in den Brennraum 7 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzt. Die in Figur 1 dargestellte Variante einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung setzt als Zumessventil 6 ein 2/2-Wege-Ventil ein, welches zur Beschleunigung des Rückstellens und zum Verkleinern der abströmenden Verlustmenge mit einem der Füll-drossel 35 parallel geschalteten Ventil 37 versehen ist. Die in Figur 1 dargestellte Anordnung hat jedoch den Nachteil, dass sich gegen Ende des Einspritzvorgangs ein langsamer Druckabfall bis auf das im Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) vorliegende Druckniveau einstellt. Dies führt zu unbefriedigenden Emissionsergebnissen, ferner wird durch einen nur langsam sich einstellenden Druckabbau der erreichbare mittlere Einspritzdruck verringert.

Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäß ausgebildeten, druckübersetzten Kraftstoffinjektor mit 2/2-Wege-Zumessventil und einem Entlastungsventil in der Steuerleitung zur Steuerung des Drucks im Steuerraum des Druckübersetzers.



Bei der in Figur 2 dargestellten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist ein druckübersetzter Kraftstoffinjektor 1 dargestellt, dessen Zumessventil 6 als 2/2-Wege-Ventil ausgestaltet sein kann, in dessen Steuerleitung 20 zum  
5 Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 ein zusätzliches, die Fülldrossel und das Befüllventil 37 ersetzendes Druckentlastungsventil 40 integriert ist. Mit dieser Konfiguration kann ein schneller Druckabbau (rapid spill) am Ende eines Einspritzvorganges erreicht werden.

Im in Figur 2 dargestellten Zustand befindet sich die Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in ihrem Ruhezustand. Das als 2/2-Wege-Ventil ausgebildete Zumessventil 6 ist  
10 in seine Schließstellung gestellt. Das Zumessventil 6 kann als direkt betätigtes Ventil oder als Servoventil ausgeführt sein. Ferner lässt sich das Zumessventil 6 sowohl durch einen Magnetaktor wie auch durch einen Piezoaktor ansteuern.

15 Aus dem in Figur 2 dargestellten Hydraulikschaltplan geht hervor, dass die Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff einen Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) umfasst, der über eine in Figur 2 nicht dargestellte Hochdruckpumpe, welche den Kraftstoff auf ein hohes Druckniveau verdichtet, mit Kraftstoff beaufschlagt ist. Im Hochdruckspeicherraum 2, der unter Systemdruck steht wird dieser gespeichert, so dass der Kraftstoffsystendruck,  
20 d. h. der im Inneren des Hochdruckspeicherraumes 2 herrschende Druck allen Kraftstoffinjektoren 1, die in einer der Zylinderzahl einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine entsprechenden Anzahl vorhanden sind, zugeleitet werden kann. Der Kraftstoffinjektor 1 umfasst das bereits erwähnte als 2/2-Wege-Ventil ausgebildete Zumessventil 6, ein Entlastungsventil 40, aufgenommen in der Steuerleitung 20 zwischen Steuerraum 11 des  
25 Druckübersetzers 5 und dem Zumessventil 6, den Druckübersetzer 5 und ein Einspritzventilglied. In der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante ist der Druckübersetzer 5 als eine axial verschiebbare Korbeneinheit, einen Kolben 12 umfassend ausgebildet. Durch den Kolben 12, der einteilig oder auch mehrteilig ausgebildet sein kann, werden ein Arbeitsraum 10 sowie ein druck-entlastbarer bzw. druckbeaufschlagbarer Steuerraum 11 voneinander  
30 getrennt. Der Kolben 12 des Druckübersetzers 5 kann einen ersten Teilkolben 13 und einen zweiten Teilkolben 14 umfassen. Der erste Teilkolben 13 kann in einem größeren Durchmesser ausgebildet sein, während der zweite Teilkolben 14 in einem demgegenüber verringerten Durchmesser ausgebildet ist und mit seiner unteren Stirnseite einen Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers beaufschlagt.

35

Vom Hochdruckspeicherraum 2 erstreckt sich eine Zuleitung 9 zum Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5, wobei in der Zuleitung 9 eine Drosselstelle 19 ausgebildet sein kann, um sich in der Zuleitung 9 ausbildende Druckpulsationen bzw. Druckwellenreflexionen und deren Rückwirkung in das Innere des Hochdruckspeicherraumes 2 zu dämpfen. Im in

Figur 2 dargestellten Ruhezustand der Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff ist das Zumessventil 6, welches bevorzugt als 2/2-Wege-Ventil ausgestaltet ist, nicht angesteuert und es findet keine Einspritzung statt. Das Druckentlastungsventil 40, aufgenommen in der Steuerleitung 20, 49 des Steuerraumes 11 des Druckübersetzers 5 befindet sich in seinem geöffneten Ausgangszustand. Im in Figur 2 dargestellten Schaltzustand der Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff steht das im Innenraum des Hochdruckspeicherraumes 2 anstehende Druckniveau im Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5, von diesem ausgehend über eine Überströmleitung 47 in einem zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventils 40, über eine in einem Ventilkörper 43 des Druckentlastungsventils 40 ausgebildeten Überströmkanal 44 in einem ersten Raum 41 des Druckentlastungsventiles 40 an. Vom zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 steht das im Hochdruckspeicherraum 2 herrschende Druckniveau darüber hinaus über die Steuerleitung 20 im Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5, von diesem über die Verbindungsleitung 25 in einem Düsensteuer-  
raum 24 im Injektorkörper 4 und über eine Befüllleitung 23 (Füllpfad) steht der im Inneren des Hochdruckspeicherraumes 2 anstehende Druck im Kompressionsraum 15 des Druck-  
übersetzers 5 an.

Im Ruhezustand der Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff sind demnach sämtliche Druckräume des Druckübersetzers 5, dessen Arbeitsraum 10, dessen Steuerraum 11 und der Kompressionsraum 15 mit dem im Hochdruckspeicherraum 2 herrschenden Druckniveau beaufschlagt. Dadurch ist der Kolben 12 des Druckübersetzers 5 druckausgeglichen. Der Druckübersetzer 5 ist im Ruhezustand der Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Figur 2 deaktiviert und es findet keine Druckverstärkung statt. In diesem Zustand ist der Kolben 12 des Druckübersetzers 5, der einen ersten Teilkolben 13 sowie einen zweiten Teilkolben 14 umfassen kann, über ein im Steuerraum 11 angeordnetes Rückstellfederelement 17 in seine Ausgangslage gestellt. Die Befüllung des Kompressionsraumes 15 erfolgt über die Befüllleitung 23, welche sich vom Düsensteuer-  
raum 24, ein Rückschlagventil 34 enthaltend zum Kompressionsraum 15 erstreckt.

Durch das im Düsensteuer-  
raum 24 anstehende, dem Druckniveau innerhalb des Hochdruckspeicherraumes 2 entsprechende Druckniveau wird eine hydraulische Schließkraft auf eine Stirnseite 27 des Einspritzventilgliedes 26 ausgeübt, die zusätzlich durch die Schließkraft einer ebenfalls im Düsensteuer-  
raum 24 aufgenommenen Schließfeder 28 unterstützt wird. Gemäß dieser Anordnung ist ein ständiges Anstehen des im Hochdruckspeicherraum 2 herrschenden Druckniveaus im Düsenraum 22 möglich, ohne dass sich das Einspritzventilglied 26 ungewollt öffnet und die Einspritzöffnungen 33 zum Brennraum 7 freigibt.

In der in Figur 2 dargestellten Stellung des Kolbens 12 des Druckübersetzers 5, d. h. in dessen deaktiviertem Zustand ist der Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5 nicht

durch den zweiten Teilkolben 14 des Kolbens 12 beaufschlagt, so dass der Kraftstoffzulauf 21 zum Düsenraum 22 innerhalb des Injektorkörpers 4 des Düsenkörpers 4 des Kraftstoffinjektors 1 lediglich mit dem im Hochdruckspeicherraum 2 herrschenden Druckniveau beaufschlagt ist. Dieses reicht jedoch nicht aus, um das Einspritzventilglied 26 durch Erzeugung einer hydraulischen Kraft an der Druckschulter 30 aus seinem brennraumseitigen Sitz zu öffnen und ein Einspritzen von Kraftstoff über die Einspritzöffnungen 33 in den Brennraum 7 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine auszulösen.

Das in der Steuerleitung 20, 49 zwischen Zumessventil 6 und Steuerraum 11 integrierte Druckentlastungsventil 40 umfasst einen im Wesentlichen zylindrisch ausgebildeten Ventilkörper 43. Der zylindrisch ausgebildete Ventilkörper 43 ist von einer Durchgangsbohrung 44 durchsetzt. Die Durchgangsbohrung 44 verbindet den ersten Raum 41 mit dem zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventils 40. In der in Figur 2 dargestellten Lage des Ventilkörpers 43 des Druckentlastungsventiles 40 ist dessen Ventilglied 45 durch einen Schieberbereich 46, welcher in den zweiten Raum 42 eingefahren ist, freigegeben. Der im Wesentlichen zylindrisch ausgebildete Ventilkörper 46 kann eine Einschnüerstelle 50 umfassen. Im ersten Raum 41 des Druckentlastungsventils 40 ist eine Ventulfeder 48 aufgenommen, welche eine obere Stirnseite des Ventilkörpers 43 beaufschlagt. Durch den geöffneten Schiebersitz 46 des Ventilkörpers 43 des Druckentlastungsventiles 40, steht der Arbeitsraum 10, der zweite Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 über die Steuerleitung 20 mit dem Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 in Verbindung; es herrscht in diesen Räumen dasselbe Druckniveau.

Figur 3 zeigt den Druckübersetzenden Kraftstoffinjektor gemäß Figur 2 in aktiviertem Zustand, d. h. bei angesteuertem 2/2-Wege-Ventil.

Die Zumessung des Kraftstoffes erfolgt durch eine Ansteuerung des bevorzugt als 2/2-Wege-Ventil ausgebildeten Zumessventils 6. Dieses kann entweder über einen Piezoaktor oder über einen Magnetaktor angesteuert werden; daneben kann das Zumessventil 6 auch als Servoventil oder als direkt angesteuertes Ventil ausgebildet sein. Durch Ansteuerung des Zumessventils 6 wird der erste Raum 41 des Druckentlastungsventiles 40 mit dem niederdruckseitigen Rücklauf 8 verbunden. Der Ventilkörper 43 des Druckentlastungsventiles 40 verschließt mit seinem Schieberabschnitt 46 den Ventilquerschnitt 45 durch Einfahren gegen die Wirkung der Ventulfeder 48 in Richtung auf den ersten Raum 41. Damit wird die Überströmleitung 47 zwischen dem Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 und dem zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 verschlossen. Dadurch erfolgt eine Trennung des Steuerraumes 11 des Druckübersetzers 5 von der Systemdruckversorgung, d. h. vom Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail).

Die Druckentlastung des Steuerraumes 11 erfolgt nun über die Steuerleitung 20 in den zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventils 40 und über die im Ventilkörper 43 ausgebildete Durchgangsbohrung 44 in den niederdruckseitigen Rücklauf 8. Durch Abnahme des Druckniveaus im Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 wird der Druckübersetzer 5 aktiviert, da der hier zweiteilig ausgebildete Kolben 12 nunmehr aufgrund des im Arbeitsraum 10 herrschenden höheren Druckniveaus in den Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5 einfährt. Aufgrund der Strömungsverbindung zwischen dem Kompressionsraum 15 und dem Düsenraum 22 im Düsenkörper 4 über den Kraftstoffzulauf 21 steigt der Druck auch im Düsenraum 22, der das Einspritzventilglied 26 umgibt, an. Damit stellt sich eine in Öffnungsrichtung des Einspritzventilgliedes 26 wirkende Druckkraft an der Druckschulter 30 des Einspritzventilgliedes 26 ein. Gleichzeitig verringert sich bei Aktivierung des Zumessventiles 6 der Druck im Düsenstauerraum 24, wodurch sich die in Schließrichtung wirkende Druckkraft auf der Stirnseite 26 des Einspritzventilgliedes 26 verringert. Das beispielsweise als Düsennadel ausgebildete Einspritzventilglied 26 öffnet durch die an der Druckschulter 30 anstehende hydraulische Kraft im Düsenraum 22. Die Öffnung erfolgt demnach druckgesteuert, so dass Kraftstoff vom Düsenraum 22 über den das Einspritzventilglied 26 umgebenden Ringspalt 32 in Richtung auf die Spitze 31 des Einspritzventilgliedes 26 strömt und von dort über die Einspritzöffnungen 33 in den Brennraum 7 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine gelangt.

20

Solange der Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 druckentlastet bleibt, d. h. solange der Druckübersetzer 5 aktiviert ist, herrscht in dessen Kompressionsraum 15 ein sehr hoher Druck. Der hochverdichtete Kraftstoff strömt vom Kompressionsraum 15 über den Kraftstoffzulauf 21 zum Düsenraum 22 und von dort über den erwähnten Ringspalt 32 in Richtung auf die Einspritzöffnungen 33. Der durch Einfahren des Kolbens 12, in der in Figur 3 dargestellten Ausführungsvariante durch Einfahren des zweiten Teilkolbens 14 in den Steuerraum 11 aus diesem verdrängte Kraftstoff strömt über das Druckentlastungsventil 40, d. h. dessen Durchgangsbohrung 44, in den niederdruckseitigen Rücklauf 8. Der Strömungsquerschnitt innerhalb des Strömungskanales 44, welcher den Ventilkörper 43 des Druckentlastungsventiles 40 durchsetzt, ist derart ausgelegt, dass sich eine ausreichende Druckdifferenz zwischen dem ersten Raum 41 und dem zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 einstellt, die den Ventilkörper 43 des Druckentlastungsventiles 40 in Schließstellung, d. h. dessen Schiebebereich 46 in Überdeckung mit dem Ventilquerschnitt 45 hält, so dass die Überströmleitung 47 in den Druckraum 10 des Druckübersetzers abgeschlossen bleibt.

35

Zum Beenden der Einspritzung wird durch erneute Ansteuerung des als 2/2-Wege-Ventil ausgebildeten Zumessventiles 6 der Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 vom niederdruckseitigen Rücklauf 8 getrennt und wieder mit dem im Hochdruckspeicherraum 2

(Common-Rail) herrschenden Hochdruckniveau verbunden. Dies erfolgt durch ein Schließen des als 2/2-Wege-Ventil ausgebildeten Zumessventiles 6. Die Verbindung zum niederdruckseitigen Rücklauf 8 wird unterbrochen, wodurch der Kraftstoffstrom durch den Strömungskanal 44 im Ventilkörper 43 des Druckentlastungsventiles 40 zum Erliegen kommt.

5 Damit vermag sich keine in Schließrichtung wirksame Druckdifferenz zwischen dem ersten Raum 41 und dem zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 auszubilden. Durch die im ersten Raum 41 angeordnete Ventulfeder 48 wird der Ventilkörper 43 mit seiner zweiten Stirnseite 43 und sich daran anschließendem Schieberabschnitt 46 am Ventilkörper 43 in den zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 gedrückt. Damit

10 fährt der Schieberabschnitt 46 aus dem Ventilquerschnitt 45 aus, so dass das im Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 anstehende, dem Druck im Hochdruckspeicherraum 2 entsprechende Druckniveau über die Überströmleitung 47, den zweiten Raum 42, die Steuerleitung 20 wieder am Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 ansteht. Bedingt durch den erfolgten Druckausgleich fährt der Kolben 12 des Druckübersetzers 5 in den Arbeitsraum

15 10 ein, wobei dessen Einfahrbewegung durch das im Steuerraum 11 angeordnete Rückstellfederelement 17 unterstützt wird. Durch diese Einfahrbewegung wird das Druckniveau innerhalb des Kompressionsraumes 15 des Druckübersetzers 5 auf das im Hochdruckspeicherraum 2 herrschende Druckniveau rasch abgesenkt. Da im Düsenstauerraum 24 nunmehr wieder das im Hochdruckspeicherraum 2 anstehende Druckniveau über die Verbindungsleitung 25 ansteht, ist das beispielsweise als Düsenadel konfigurierte Einspritzventilglied 26 hydraulisch ausgeglichen, d. h. das Druckniveau im Düsenraum 22 und im Düsenstauerraum 24 ist identisch. Die Schließkraft, welche durch das Schließfederelement 28 auf die Stirnseite 27 des Einspritzventilgliedes 26 ausgeübt wird, überwiegt und bewirkt ein Schließen des Einspritzventilgliedes 26, d. h. dessen Einfahren in seinen brennraumseitigen Sitz. Dadurch werden die Einspritzöffnungen 33 im Bereich der Spitze 31 des Einspritzventilgliedes 26 verschlossen und die Einspritzung beendet.

20

25

Nach dem Druckausgleich innerhalb des Einspritzsystems gemäß der in Figur 3 wiedergegebenen Konfiguration wird der Druckübersetzerkolben 12 durch die diesen beaufschlagende Rückstellfeder 17 in seine Ausgangslage zurückgestellt. Es erfolgt eine Wiederbefüllung des Kompressionsraumes 15 über die Befüllleitung 23 mit in diese integriertem Rückschlagventil 34 vom Düsenstauerraum 24 aus. Der Kompressionsraum 15 könnte auch von den hydraulischen Räumen 11 oder 10 aus befüllt werden.

30

35 Der Düsenstauerraum 24 wiederum wird über den Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 via Verbindungsleitung 25 mit Kraftstoff befüllt. In den Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 wiederum strömt der Kraftstoff über den Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 via Überströmleitung 47 den zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 und die Steuerleitung 20. Durch das Nachfüllen, d. h. den Volumenausgleich der in dem Brennraum 7

über die Einspritzöffnungen 33 am brennraumseitigen Sitz des Einspritzventilgliedes 26 eingespritzte Kraftstoffmenge, werden die aufgezählten Komponenten durchspült und das in den Brennraum 7 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingespritzte Kraftstoffvolumen ersetzt.

5

Das mit Bezugszeichen 6 bezeichnete Zumessventil wird bevorzugt als 2/2-Wege-Ventil ausgebildet und kann fertigungstechnisch besonders einfach in den geforderten Toleranzen hergestellt werden. Das als 2/2-Wege-Ventil bevorzugt ausgestaltete Zumessventil 6 kann sowohl als direkt betätigtes Ventil oder als Servo-Ventil ausgeführt werden. Die Ansteuerung des 2/2-Wege-Zumessventiles 6 kann sowohl durch einen Magnetaktor als auch Piezoaktor erfolgen. Es kann jedoch auch ein Ventil eingesetzt werden, welches eine Querschnittssteuerung des Strömungsquerschnittes von Steuerleitung 49 zum Rücklauf 8 erlaubt. Das Druckentlastungsventil 40 kann in vorteilhafterweise so ausgelegt sein, dass gegenüber dem in der Überströmleitung 47 anstehenden Druck keine hydraulische Druckfläche vorhanden ist. Somit kann das Ventil durch eine kleine Federkraft und eine geringe Druckdifferenz zwischen dem Raum 42 und dem Raum 41 bewegt werden und es ist nur eine geringe Drosselung der Absteuermenge in der Bohrung 44 notwendig. Zum Optimieren des Schaltverhaltens kann auch eine Drosselung in der Überströmleitung 47 angeordnet werden.

20

In Abwandlung des in Figur 3 dargestellten Aufbaus der Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum 7 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine kann der Düsensteuerraum 24 anstelle des Steuerraumes 11 des Druckübersetzers 5 über die Verbindungsleitung 25 mit dem Injektorzulauf beispielsweise über den Arbeitsraum des Druckübersetzers verbunden sein. Wie bereits erwähnt, lässt sich der Kolben 12 innerhalb des Druckübersetzers sowohl als einteiliges als auch als zweiteilig konfiguriertes Bauelement ausbilden, einen ersten Teilkolben 13 sowie einen zweiten Teilkolben 14 enthalten, die sowohl ein- als auch mehrteilig ausgebildet werden können.

Figur 4 zeigt den druckübersetzten Kraftstoffinjektor gemäß der Darstellung in Figur 2 mit einem Entlastungsventil mit Dichtsitz.

Im Unterschied zur Darstellung des Druckentlastungsventiles 40 gemäß der Figuren 2 und 3 umfasst der Ventilkörper 43 des in Figur 4 dargestellten Druckentlastungsventiles einen pilzförmigen Absatz. Anstelle eines Schieberabschnittes 45 an der unteren Stirnseite 52 des Ventilkörpers 43 mit Strömungskanal 44 (vergleiche Darstellung gemäß Figur 3) ist am unteren Ende des Ventilkörpers 43 gemäß der Darstellung in Figur 4 ein pilzförmiger Ansatz angeformt, der einen Dichtsitz 51 mit dem Ventilquerschnitt 45 bildet. Eine Stirnfläche 53.1 im unteren Bereich des Ventilkörpers 43 ist in einem größeren Durchmesser aus-

35

gebildet, als die dem ersten Raum 41 des Druckentlastungsventiles 40 gegenüberliegende Stirnseite 52 des Ventilkörpers 43. Durch die den Ventilkörper 43 durchsetzende Durchgangsbohrung 44 lässt sich zwischen dem ersten Raum 41 und dem zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 gemäß der Ausführungsvariante in Figur 4 eine Druckdifferenz erreichen, welche den Ventilkörper 43 bei Durchströmung des Strömungskanales 44 in seiner Schließstellung hält, nachdem das als 2/2-Wege-Ventil ausgebildete Zumessventil 6 aktiviert, d. h. geöffnet wurde. Die übrigen in Figur 4 dargestellten Komponenten des Kraftstoffinjektors 1 entsprechen im Wesentlichen den in Figur 2 bzw. 3 bereits beschriebenen Komponenten und werden um Wiederholungen zu vermeiden, im Zusammenhang mit Figur 4 nicht weiter erläutert.

Figur 5 zeigt den druckübersetzten Kraftstoffinjektor gemäß der Darstellung in Figur 2 mit einem Druckentlastungsventil, dessen Ventilkörper im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist.

Die in Figur 5 dargestellte Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff umfasst den Kraftstoffinjektor 1 welcher ein als 2/2-Wege-Ventil ausgebildetes Zumessventil 6 enthält, den Druckübersetzer 5, aufgenommen im Injektorkörper 3 sowie das Einspritzventil 26 aufgenommen im Düsenkörper 4. Der Kraftstoffinjektor 1 wird über einen Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff über die Zuleitung 9 mit Kraftstoff versorgt. Die Zuleitung 9 kann eine Drosselstelle 19 enthalten, die der Dämpfung von Druckpulsationen bzw. Druckwellenreflexionen in das Innere des Hochdruckspeicherraumes 2 dient, um diesen vor zu hohen Spitzendruckbelastungen zu schützen. Die Zuleitung 9 vom Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) mündet an einer Mündungsstelle 38 in den Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5. Der Arbeitsraum 10 und der Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 sind durch einen Kolben 12 voneinander getrennt, der einen ersten Teilkolben 13 und einen zweiten Teilkolben 14 umfassen kann. Der Kolben 12 des Druckübersetzers 5 kann sowohl ein- als auch mehrteilig ausgebildet sein und wird von einem in dem Steuerraum 11 angeordneten Federelement 17 beaufschlagt. Das Federelement 17 stützt sich einerseits am durch den Boden des Steuerraumes 11 gebildeten Widerlagers 16 und andererseits an einer Anschlagfläche 18 in oberen Bereich des zweiten Teilkolbens 14 ab. Der zweite Teilkolben 14 des Kolbens 12 beaufschlagt mit seiner unteren Stirnfläche den Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5. Vom Kompressionsraum 15 erstreckt sich der Kraftstoffzulauf 21 zum Düsenraum 22, der das Einspritzventilglied 26 im Bereich einer an diesem ausgebildeten Druckschulter 30 umgibt. Vom Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 streckt sich eine Verbindungsleitung 25, die in den Düsensteuerraum 24 des Düsenkörpers 4 mündet. Vom Düsensteuerraum 24 verläuft eine Befüllleitung 23 (Füllpfad) mit darin integriertem Rückschlagventil 34 zum Kompressionsraum 15 des Druckübersetzers 5, über welche der Kompressionsraum 15

vom Düsensteuerraum 24 aus mit Kraftstoff befüllt wird. Innerhalb des Düsensteuerraumes 24 ist ein Hubanschlag 29 ausgebildet, der den Maximalhub des Einspritzventilgliedes 26, beispielsweise ausgebildet als Düsennadel, bildet und an dem dessen obere Stirnfläche 27 anschlägt. Ferner ist im Düsensteuerraum 24 eine Schließfeder 28 aufgenommen, die die 5 Stirnseite 27 des Einspritzventilgliedes 26 beaufschlägt. Vom Düsenraum 22 innerhalb des Düsenkörpers 4 erstreckt sich der Ringspalt 32, einen verjüngten Bereich des Einspritzventilgliedes 26 umgebend, bis zur Spitze 31 des Einspritzventilgliedes 26. Bei in seinen brennraumseitigen Sitz gestellten Einspritzventilglied 26 sind die Einspritzöffnungen 33, über welche der unter hohem Druck stehende Kraftstoff in den Brennraum 7 der selbstzün- 10 denden Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird, verschlossen.

Vom Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 verläuft die Steuerleitung 20 zum auch in dieser Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung enthaltenen Druckentlastungsventil 40. Im Unterschied zu den in Figuren 2, 3 und 4 dargestellten Druckentlastungsventil 40 umfasst das Druckentlastungsventil 40 gemäß der Darstellung in Figur 5 15 einen im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildeten Ventilkörper 54. Der zylinderförmig ausgebildete Ventilkörper 54 wird von einem Strömungskanal 44 durchsetzt, der sich zwischen dem ersten Raum 41 und dem zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 erstreckt. Der zylindrisch ausgebildete Ventilkörper 54 fährt in den ersten Raum 41 mit 20 seiner ersten Stirnseite 52 ein, während die zweite Stirnseite 53 des zylinderförmig ausgebildeten Ventilkörpers 54 dem zweiten Raum 42 des Druckentlastungsventiles 40 zugeordnet ist. Im Unterschied zu den Ausführungsvarianten, die in Figuren 2, 3 und 4 dargestellt sind, mündet die Überströmleitung 47 zwischen dem Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers 5 und dem Druckentlastungsventiles 40 gemäß der Ausführungsvariante nach Figur 5 in 25 den ersten Raum 41 des Druckentlastungsventiles 40. Bei der in Figur 5 dargestellten Ausführungsvariante des Druckentlastungsventiles 40 befindet sich der Dichtsitz 51, der den Steuerraum 11 des Druckübersetzers 5 mit dem Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers verbindet bzw. trennt, auf der dem Zumessventil 6 zugewandten Seite des Druckentlastungsventiles 40. Die Funktionsweise des in Figur 5 dargestellten Druckentlastungsventils 40 30 entspricht im Wesentlichen der Funktionsweise der Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff gemäß Figur 2.

Wird das Zumessventil 6, bevorzugt als 2/2-Wege-Ventil ausgebildet, geöffnet, schließt das Druckentlastungsventil 40. Durch die sich zwischen dem zweiten Raum 42 und dem 35 ersten Raum 41 des Druckentlastungsventiles 40 beim Durchströmen des Strömungskanales 44 einstellende Druckdifferenz wird der zylindrisch ausgebildete Ventilkörper 54 beim Durchströmen des Strömungskanales 44 in seiner Schließstellung gehalten. Nach dem Schließen des Zumessventiles 6 öffnet das Druckentlastungsventil 40 hingegen, bewirkt durch die im ersten Raum 41 angeordnete Ventulfeder 48 und verbindet den Steuerraum 11



des Druckübersetzers 5 über die Steuerleitung 20, den zweiten Raum 42, den Strömungskanal 44 mit dem ersten Raum 41 des Druckentlastungsventiles und von dort über die in diesen mündende Überströmleitung 47 mit dem Arbeitsraum 10 des Druckübersetzers. Dadurch bedingt, fährt der zweite Teilkolben 14 sehr schnell aus dem Kompressionsraum 5 15 aus, wobei das Ausfahren durch die im Steuerraum 11 angeordnete Rückstellfeder 17 unterstützt wird. Dadurch fällt der Druck im Steuerraum 22 innerhalb des Düsenkörpers 4 sehr rasch ab. Demzufolge nimmt die auf die Druckschulter 30 des Einspritzventilgliedes 26 wirkende Öffnungskraft sehr stark ab, so dass das Einspritzventilglied 26 über die im Düsenstauerraum 24 angeordnete Schließfeder 28, welche die Stirnseite 27 des Einspritz- 10 ventilgliedes 26 beaufschlagt, in seinen brennraumseitigen Sitz gedrückt wird und die Einspritzöffnungen 33 in den Brennraum 7 verschlossen werden.

Bezugszeichenliste

	1	Kraftstoffinjektor
	2	Hochdruckspeicherraum (Common-Rail)
5	3	Injektorkörper
	4	Düsenkörper
	5	Druckübersetzer
	6	Zumessventil (2/2-Wege-Ventil)
	7	Brennraum
10	8	niederdruckseitiger Rücklauf
	9	Zuleitung
	10	Arbeitsraum
	11	Steuerraum (Druckübersetzer)
	12	Kolben
15	13	erster Teilkolben
	14	zweiter Teilkolben
	15	Kompressionsraum
	16	Widerlager
	17	Rückstellfeder
20	18	Rückstellfederanschlag
	19	Drosselstelle Zuleitung
	20	Steuerleitung Steuerraum
	21	Kraftstoffzulauf Düsenraum
	22	Düsenraum
25	23	Befüllleitung (Füllpfad)
	24	Düsensteuerraum
	25	Verbindungsleitung Düsensteuerraum-Steuerraum
	26	Einspritzventilglied
	27	Stirnseite
30	28	Schließfeder
	29	Anschlag
	30	Druckschulter
	31	Spitze
	32	Ringspalt
35	33	Einspritzöffnungen
	34	Rückschlagventil
	35	Fülldrossel
	36	Drosselabzweig
	37	Füllventil

- 38 Mündungsstelle Arbeitsraum
- 39 Mündungsstelle Steuerraum
- 40 Entlastungsventil
- 41 erster Raum
- 5 42 zweiter Raum
- 43 Ventilkörper
- 44 Strömungskanal
- 45 Ventilquerschnitt
- 46 Schieberabschnitt
- 10 47 Überströmleitung
- 48 Ventilfeeder
- 49 Leitung
- 50 Einschnürung Ventilkörper
- 51 Dichtsitz
- 15 52 erste Stirnseite
- 53 zweite Stirnseite
- 53.1 untere Stirnseite Ventilglied
- 54 zylindrischer Ventilkörper



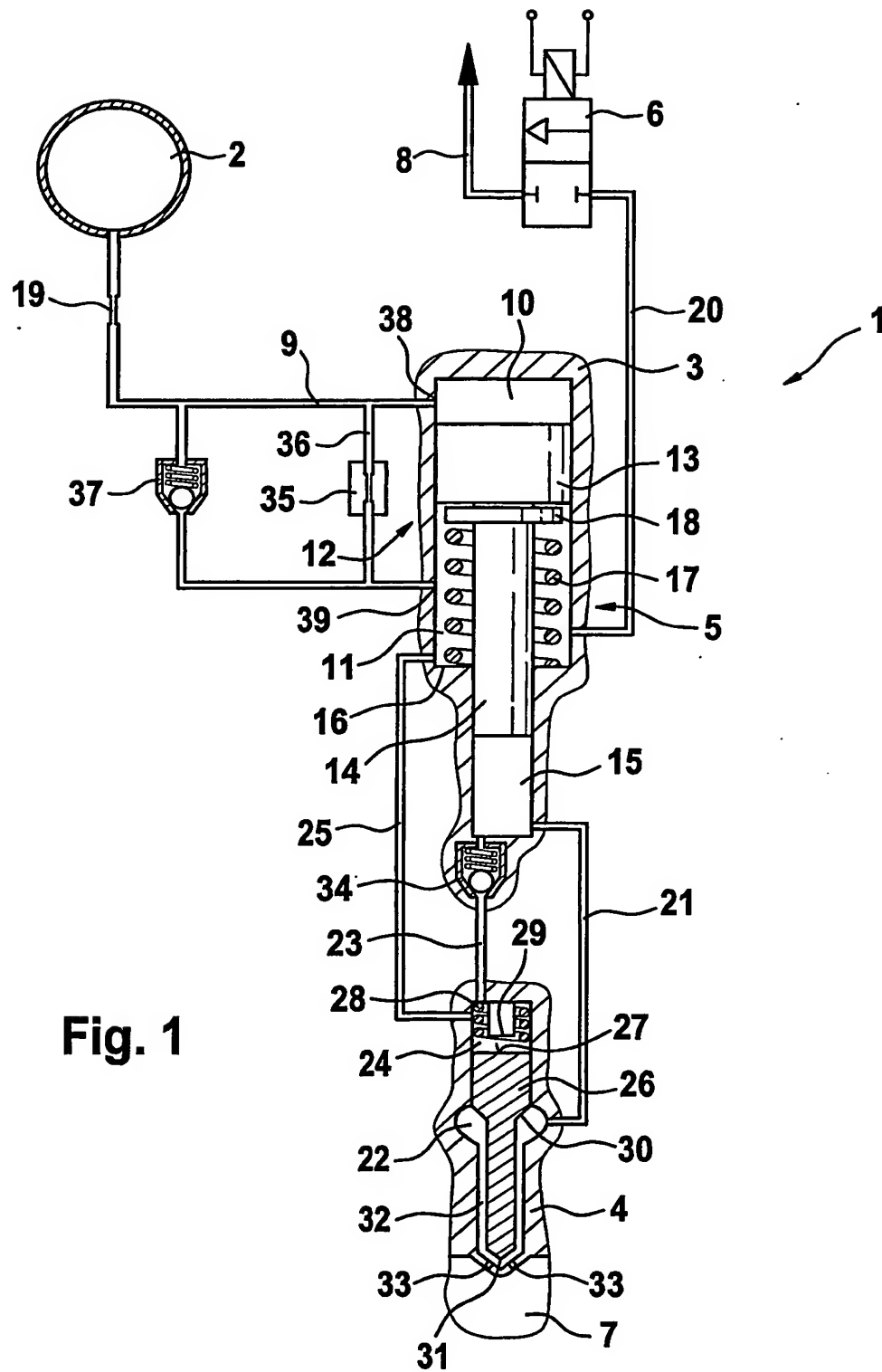
Patentansprüche

1. Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum (7) einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Hochdruckquelle (2), einem Druckübersetzer (5) und einem Zumessventil (6), wobei der Druckübersetzer (5) einen Arbeitsraum (10) und einen Steuerraum (11) umfasst, die voneinander durch einen bewegbaren Kolben (12; 13, 14) getrennt sind und eine Druckänderung im Steuerraum (11) des Druckübersetzers (5) eine Druckänderung in einem Kompressionsraum (15) des Druckübersetzers (5) zur Folge hat, welcher über einen Zulauf (21) einen ein Einspritzventilglied (26) umgebenden Düsenraum (22) beaufschlagt, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Steuerleitung (20, 49) zwischen dem Steuerraum (11) des Druckübersetzers (5) und einem Zumessventil (6) ein Druckentlastungsventil (40) mit einem Ventilkörper (43, 54) angeordnet ist, der zumindest einen hydraulischen Raum (41, 42) des Druckentlastungsventiles (40) beaufschlagt, welcher mit dem im Hochdruckspeicherraum (2) anstehenden Druck verbindbar ist.
2. Einrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Druckentlastungsventil (40) und dem Druckübersetzer (5) eine Überströmleitung (47) angeordnet ist.
3. Einrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Überströmleitung (47) in den Arbeitsraum (10) des Druckübersetzers (5) mündet.
4. Einrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper (43) des Druckentlastungsventiles (40) einen Strömungskanal (44) aufweist, welcher sich im Wesentlichen parallel zur Richtung der Steuerleitung (20, 49) erstreckt.
5. Einrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper (43) einen den Ventilquerschnitt (45) des Druckentlastungsventiles (40) eingebenden/verschließenden Schieberabschnitt (46) aufweist.
6. Einrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper (43) zwischen seinen Stirnseiten (52, 53) einen Bereich (50) mit verringertem Durchmesser aufweist.
7. Einrichtung gemäß der Ansprüche 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Überströmleitung (47) zwischen dem Druckübersetzer (5) und dem Druckentlastungsventil (40) an diesem am Ventilkörper (43) innerhalb des Bereiches (50) mit verringertem Durchmesser mündet.

8. Einrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper (43) des Druckentlastungsventiles (40) über eine Ventilsfeder (48) in Öffnungsrichtung beaufschlagt ist.
- 5
9. Einrichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt des Strömungskanales (44) im Ventilkörper (43, 54) derart bemessen ist, dass sich zwischen einem ersten Raum (41) und einem zweiten Raum (42) des Druckentlastungsventiles (40) eine Druckdifferenz aus  $\Delta p$  einstellt, die den Ventilkörper (43, 10 54) in Schließstellung hält.
- 10.
10. Einrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Überströmleitung (47) zwischen dem Druckübersetzer (5) und dem Druckentlastungsventil (40) an diesem innerhalb eines ersten Raumes (41) mündet, der auf der dem Zumesventil (6) 15 zuweisenden Seite des Druckentlastungsventiles (40) angeordnet ist.
- 11.
11. Einrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper (54) als Zylinder ausgebildet ist, der von einem Strömungskanal 44 durchzogen ist.
- 20
12. Einrichtung gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Stirnseite (52) des Ventilkörpers (54) einen Dichtsitz (51) in einem der Räume (41, 42) des Druckentlastungsventiles 40 freigibt/verschließt.
- 25
13. Einrichtung gemäß der Ansprüche 1, 4 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Öffnung des Zumesventiles (6) zum niederdruckseitigen Rücklauf (8) der Ventilkörper (43, 54) des Druckentlastungsventiles (40) schließt und die sich über den Strömungskanal (44) einstellende Druckdifferenz  $\Delta p$  zwischen dem ersten Raum (41) und dem zweiten Raum (42) den Ventilkörper (43, 54) in Schließstellung hält.
- 30
14. Einrichtung gemäß der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Schließen des Zumesventiles (6) der Ventilkörper (43, 54) des Druckentlastungsventiles (40) federbeaufschlagt öffnet und der Stellerraum (11) des Druckübersetzers (5) über die Steuerleitung (20), das Druckentlastungsventil (40), die Überströmleitung (47) mit dem im Hochdruckspeicherraum (2) anstehendem Druckniveau zum 35 Herbeiführen eines schnellen Druckabbaus im Düsenraum (22) des Düsenkörpers (4) verbunden wird.

15. Einrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressionsraum (15) des Druckübersetzers (5) über einen Befüllpfad (23) vom Düsensteuer-  
raum (24) im Düsenkörper (4) aus mit Kraftstoff befüllbar ist.
- 5 16. Einrichtung gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass im Befüllpfad (23)  
zum Kompressionsraum (15) des Druckübersetzers (5) ein Rückschlagventil (34)  
aufgenommen ist.

1/5





2 / 5

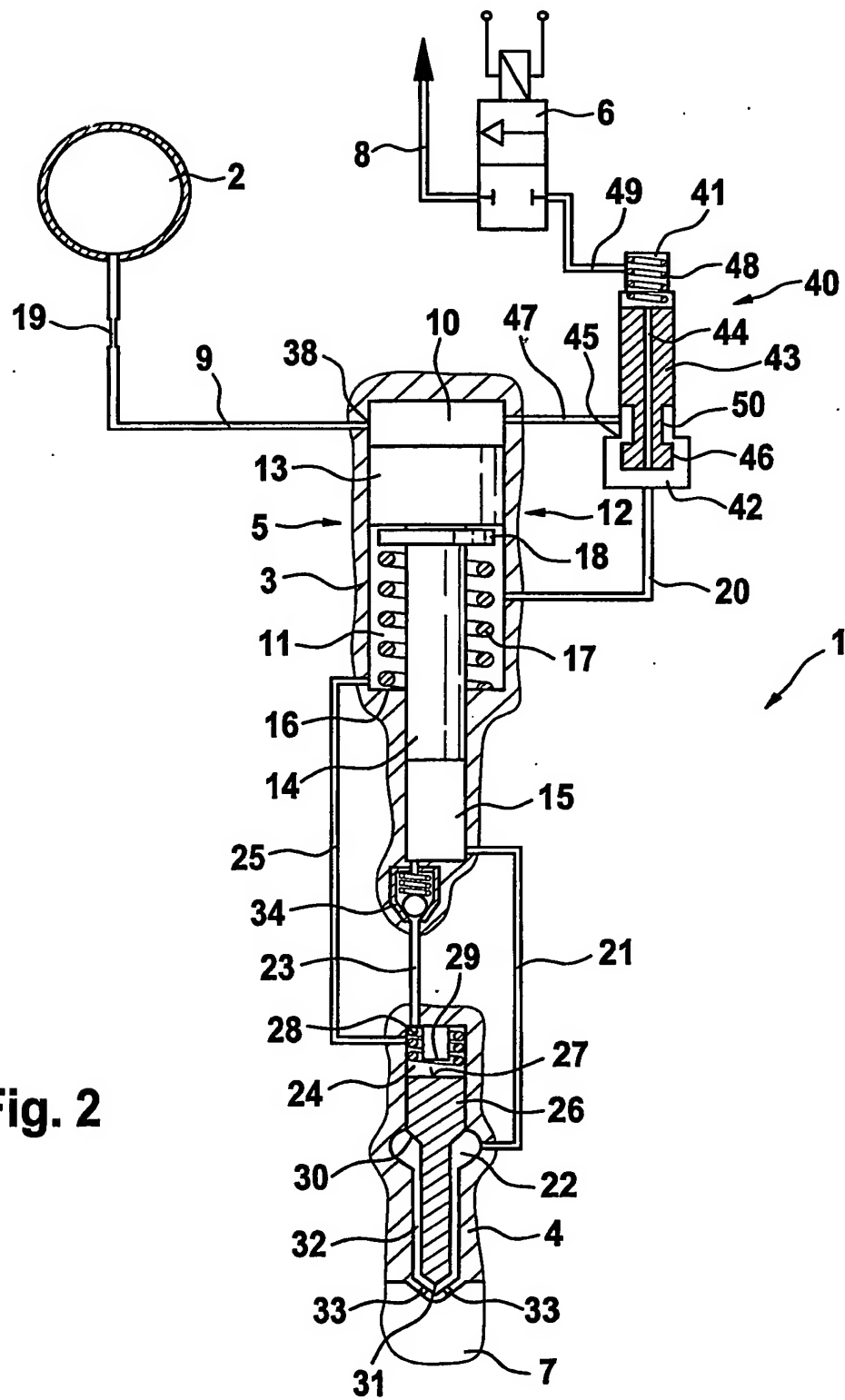


Fig. 2

3 / 5

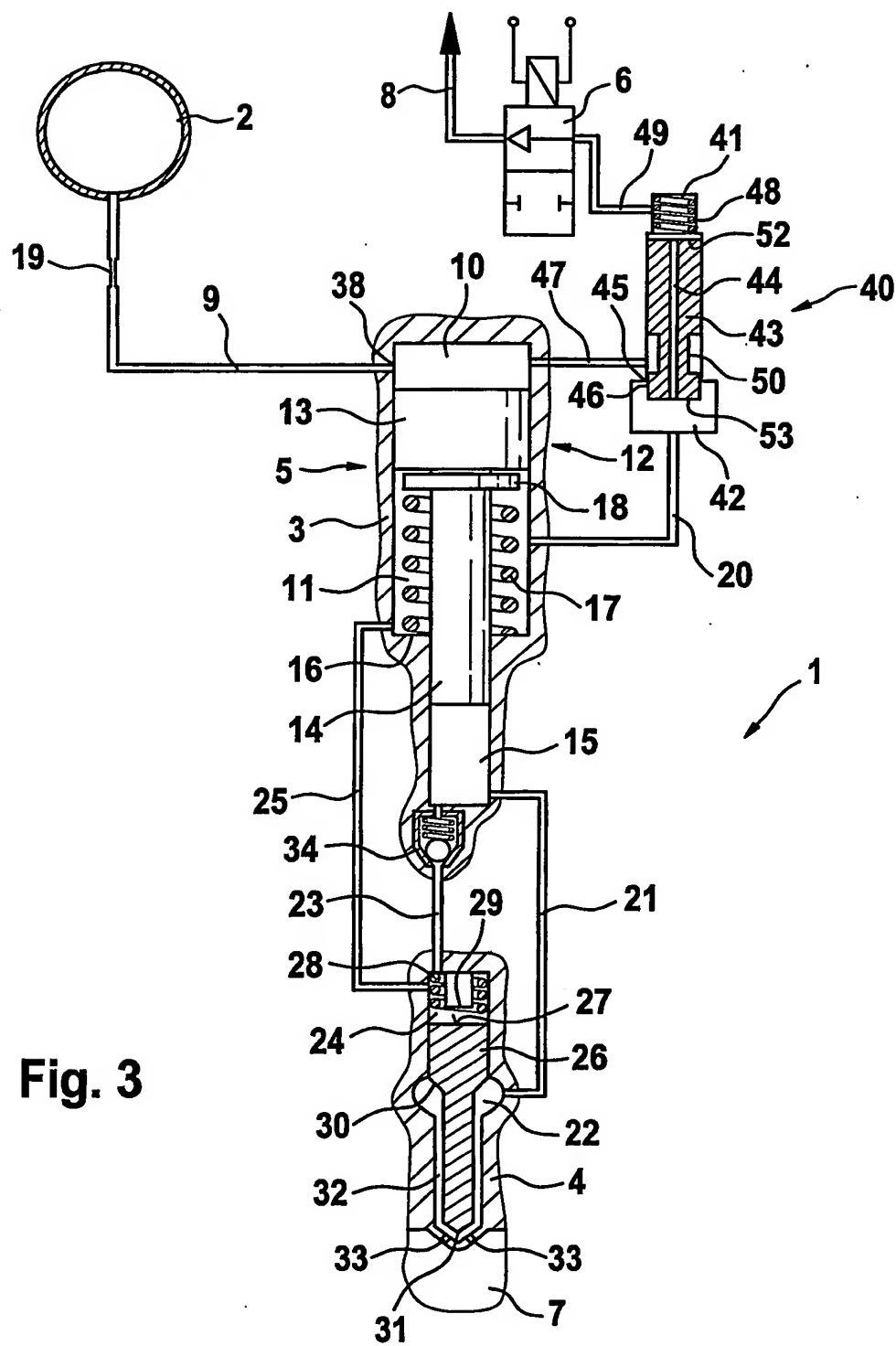


Fig. 3

4 / 5

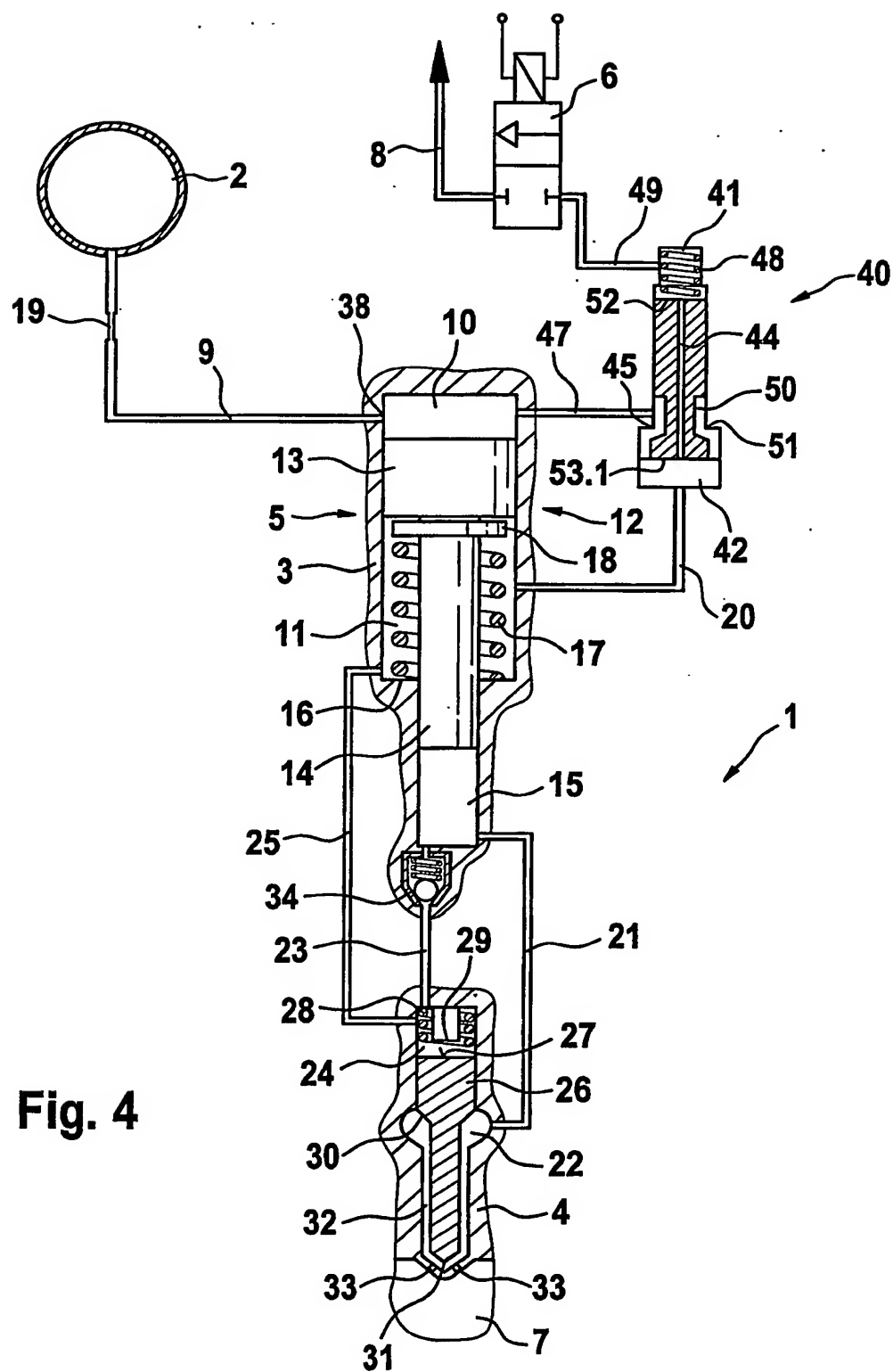
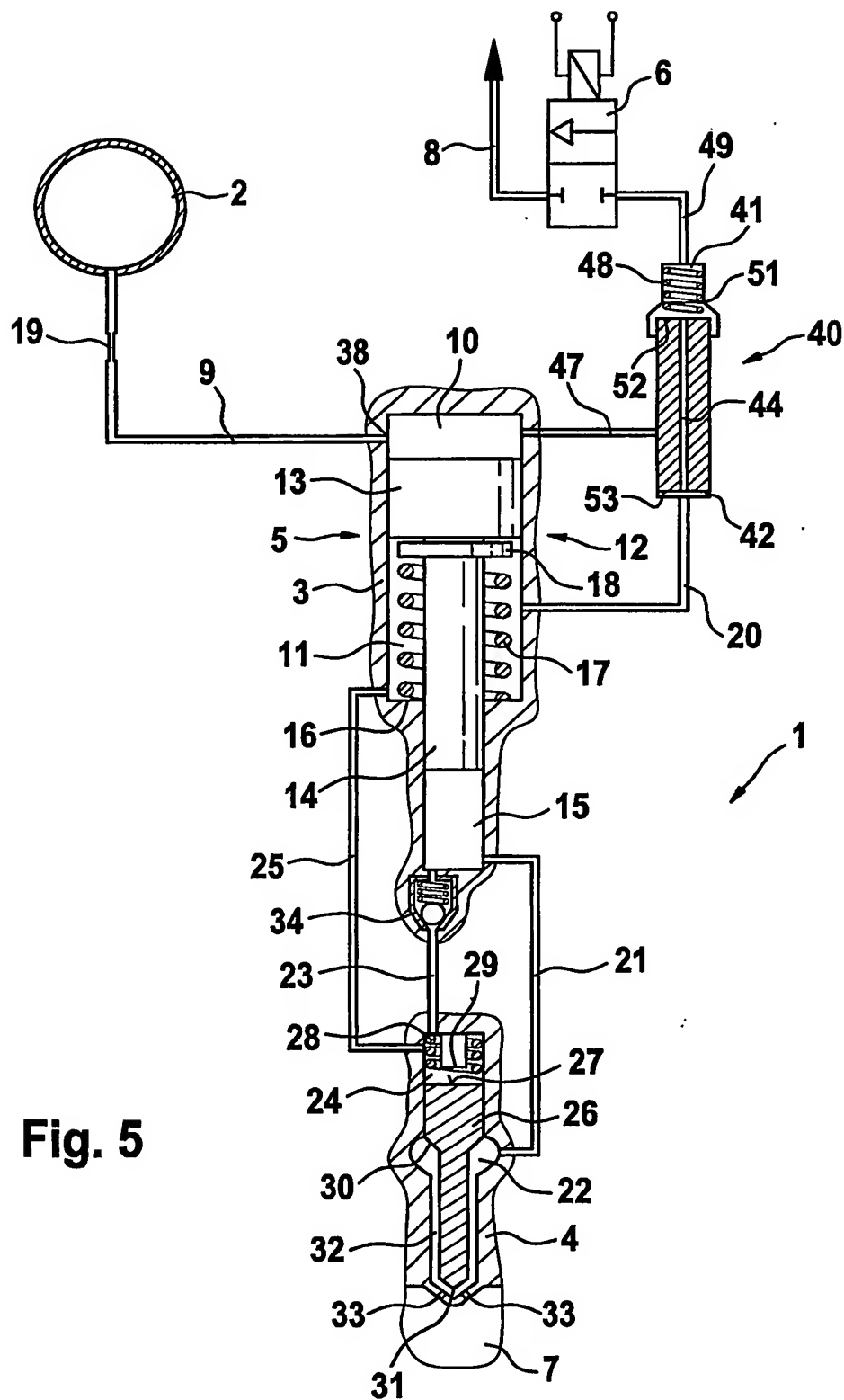


Fig. 4



**Fig. 5**

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F02M59/10 F02M57/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 40 526 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14 March 2002 (2002-03-14) column 2, line 35 -column 4, line 25; figures	1
A	EP 0 691 471 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 10 January 1996 (1996-01-10) abstract; figures	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the International filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

25 June 2003

Date of mailing of the International search report

04/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

TORLE, E

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10040526	A	14-03-2002	DE 10040526 A1	14-03-2002
			WO 0214681 A1	21-02-2002
			EP 1311755 A1	21-05-2003
			US 2003029422 A1	13-02-2003
EP 0691471	A	10-01-1996	JP 2885076 B2	19-04-1999
			JP 8021332 A	23-01-1996
			CN 1127842 A , B	31-07-1996
			DE 69505741 D1	10-12-1998
			DE 69505741 T2	22-07-1999
			EP 0691471 A1	10-01-1996
			KR 196260 B1	15-06-1999
			US 5622152 A	22-04-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02M59/10 F02M57/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 40 526 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14. März 2002 (2002-03-14) Spalte 2, Zeile 35 -Spalte 4, Zeile 25; Abbildungen	1
A	EP 0 691 471 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 10. Januar 1996 (1996-01-10) Zusammenfassung; Abbildungen	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Juni 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/07/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Be dienste ter

TORLE, E

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10040526 A	14-03-2002	DE 10040526 A1	14-03-2002
		WO 0214681 A1	21-02-2002
		EP 1311755 A1	21-05-2003
		US 2003029422 A1	13-02-2003
EP 0691471 A	10-01-1996	JP 2885076 B2	19-04-1999
		JP 8021332 A	23-01-1996
		CN 1127842 A , B	31-07-1996
		DE 69505741 D1	10-12-1998
		DE 69505741 T2	22-07-1999
		EP 0691471 A1	10-01-1996
		KR 196260 B1	15-06-1999
		US 5622152 A	22-04-1997